



## Exploration avec les robots

### Livret ressources

#### Premier temps du parcours – Activités préparatoires en classe

##### Introduction

##### Mise en situation

En 1996, la NASA a envoyé un robot explorateur sur Mars. Dénommé Sojourner, il est le premier véhicule à roues à se déplacer sur une autre planète que la Terre.

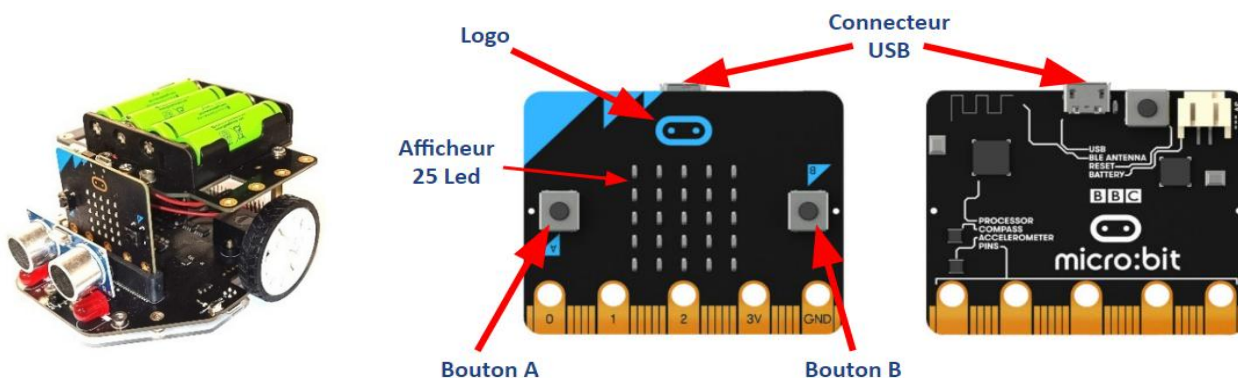
Nous allons chercher et comprendre quels sont les défis à la réalisation d'une telle avancée et l'importance de la robotique dans ce contexte.

##### Le saviez-vous ?

Pour nommer ses robots, la NASA lance un concours auprès de la jeunesse américaine. Alors que Valérie Ambroise n'a que 12 ans, elle remporte le concours et donne le nom de Sojourner.

Sojourner signifie voyageur ou étranger, mais Valérie a choisi ce nom en hommage à Sojourner Truth, une afro-américaine militante pour le droit des femmes, quelques que soient leurs origines, et pour l'abolitionnisme de l'esclavage au XIX siècle.

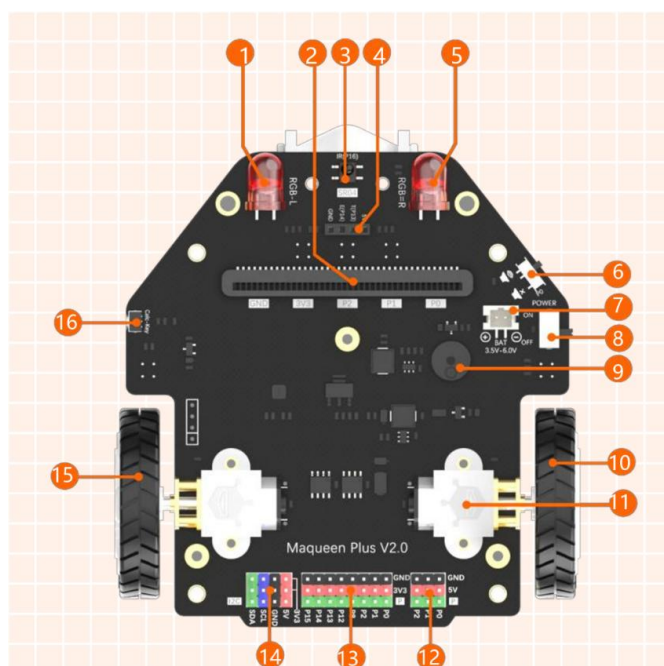
##### Présentation du matériel



Notre robot est pilotable grâce à une carte électronique munie d'un microprocesseur et de son programme qui permet le pilotage du moteur de chaque roue. Nous allons utiliser une carte micro:bit de [Microbit.org](https://microbit.org).

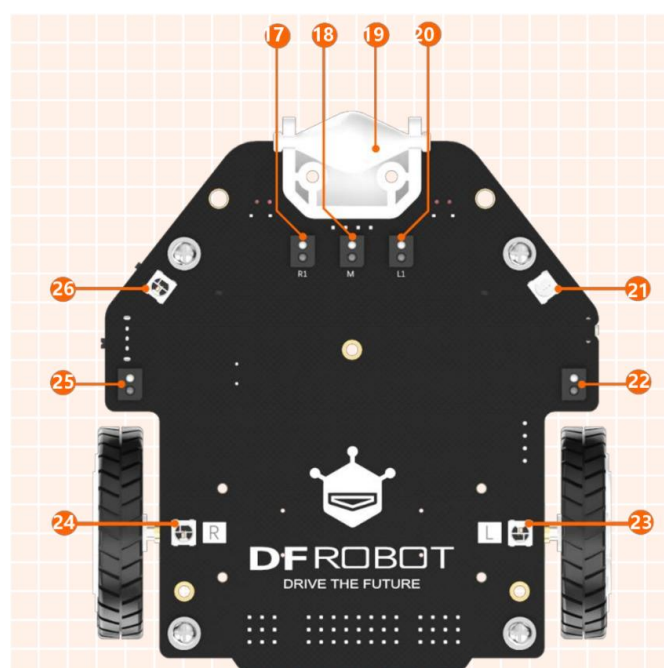
## Découverte du robot

### Vue du dessus



- 1 – LED RGB Gauche
- 2 – Port micro:bit
- 3 – Récepteur infrarouge
- 4 – Port capteur à ultrason
- 5 – LED RGB Droite
- 6 – Interrupteur du buzzer
- 7 – Port d'alimentation
- 8 – Interrupteur d'alimentation
- 9 – Buzzer
- 10 – Roue droite
- 11 – Moteur
- 12 – Ports pour servomoteur
- 13 – Ports d'entrée/sortie
- 14 – Port I2C (permet la connexion de périphériques)
- 15 – Roue gauche
- 16 – Bouton de calibration des capteurs de ligne

### Vue du dessous



- 17 – Capteur de ligne « droit »
- 18 – Capteur de ligne « milieu »
- 19 – Roue d'appui
- 20 – Capteur de ligne « gauche »
- 21 – LED RGB 0
- 22 – Capteur de ligne « arrière gauche »
- 23 – LED RGB 1
- 24 – LED RGB 2
- 25 – Capteur de ligne « arrière droit »
- 26 – LED RGB 3

Sur le robot, on va trouver des **capteurs** qui permettent de recevoir des informations, et des **actionneurs** qui réalisent l'action.

**Consigne :** entourer les noms des capteurs du robot Maqueen Plus V2, et souligner les noms des actionneurs dans le livret élève.

## Activité 1 – Introduction à l’algorithmie

Un **algorithme** est une suite d'instructions ou d'étapes à suivre pour résoudre un problème ou faire fonctionner quelque chose.

Exemple :

Algorithme de déplacement automatique d'un robot qui peut rencontrer un obstacle

Si le robot ne détecte pas d'obstacle à moins de 2 cm, celui-ci doit continuer d'avancer sinon le robot et son programme s'arrêtent.

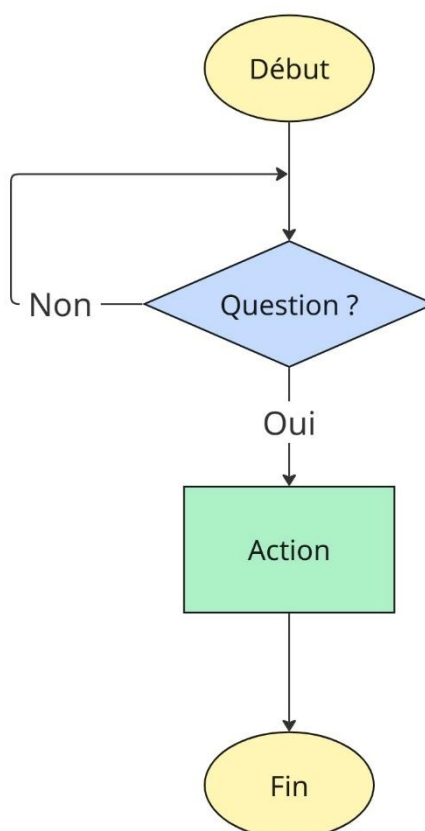
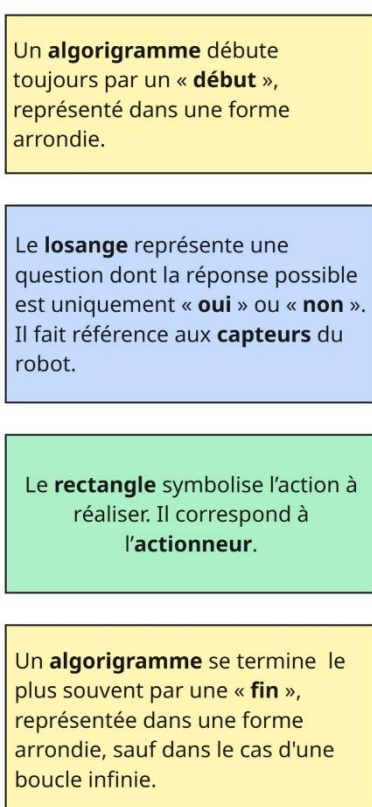
Si on traduit la phrase précédente en langage algorithmique, cela donne :

Obstacle à moins de 2 cm ?

→ Oui : le robot s'arrête + fin du programme

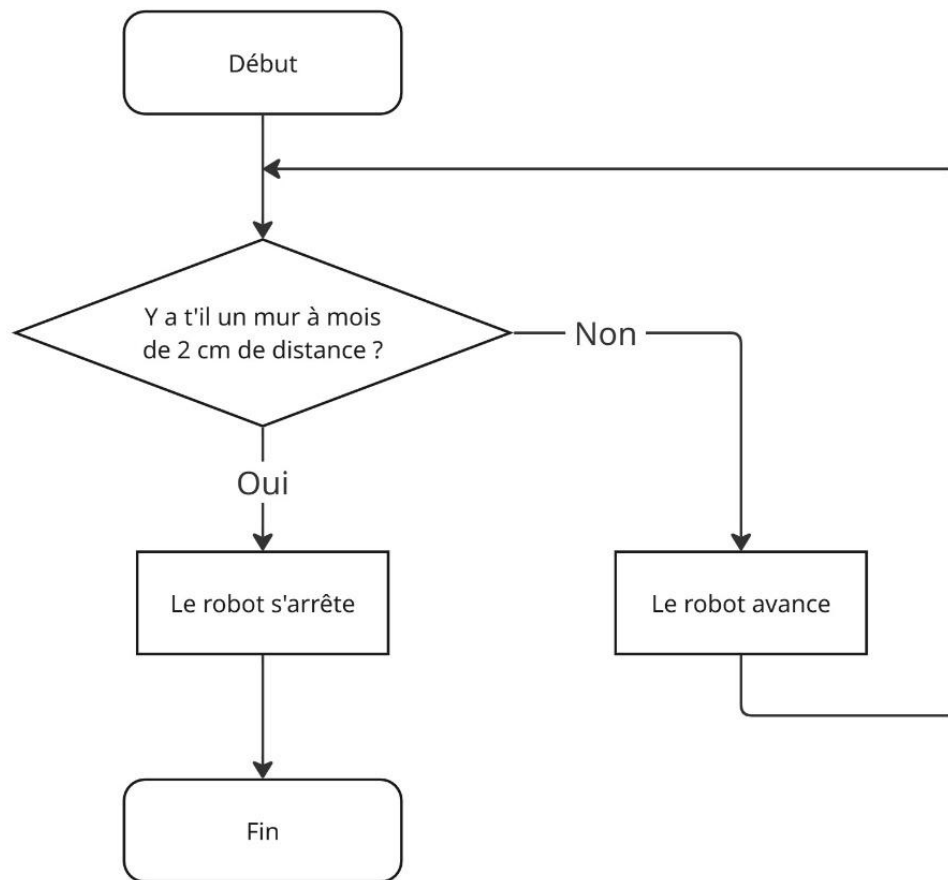
→ Non : le robot avance

Un **algorithme** (ou organigramme algorithmique) est une représentation schématique et codifiée d'un algorithme.



Exemple :

Algorithme de déplacement automatique d'un robot qui peut rencontrer un obstacle à moins de 2 cm.



A toi de jouer !

Voici la description du comportement d'un robot :

Si le robot ne détecte pas d'obstacle à moins de 2 cm, celui-ci doit continuer d'avancer, sinon le robot pivote à gauche puis avance de nouveau.

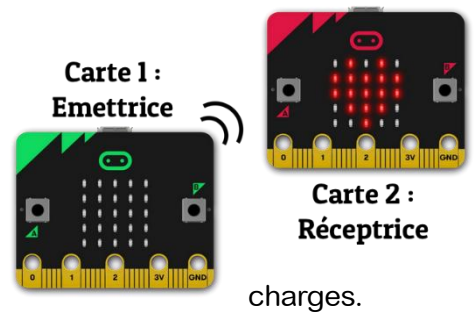
Consignes :

- Traduire cette phrase en langage algorithmique dans livret élève.
- Construire l'algorithme associé dans le livret élève.

## Activité 2 – Communication à distance entre cartes

Pour pouvoir échanger des données entre la Terre et le robot sur Mars, il faut réussir à transmettre des informations à distance. Celles-ci peuvent être des commandes de déplacements, des images, du son...

Le but de l'activité est de programmer une carte « émettrice » et une carte « réceptrice » tout en respectant un cahier des charges. Cette programmation se fera en bloc.



### Document 1 – Blocs utiles

#### Affichage

afficher l'icône



Permet l'affichage d'une icône parmi une liste prédéfinie

afficher la flèche

Nord

Permet l'affichage d'une flèche spécifique

#### Entrées/Sorties



Permet d'effectuer une commande si une action est effectuée sur la carte

#### Communication

[Radio] configurer Canal 7 Puissance 6 Taille des données 32 Groupe 0

Permet de définir le canal de communication et ses paramètres

[Radio] envoyer la chaîne " Je suis le message radio ! "

Permet d'envoyer une chaîne de caractères

[Radio] si une chaîne est reçue dans stringData alors

Permet d'effectuer une commande si une chaîne de caractères est reçue dans « stringData »

## Logique



Permet d'effectuer une évaluation booléenne et exécuter une commande

## A Texte



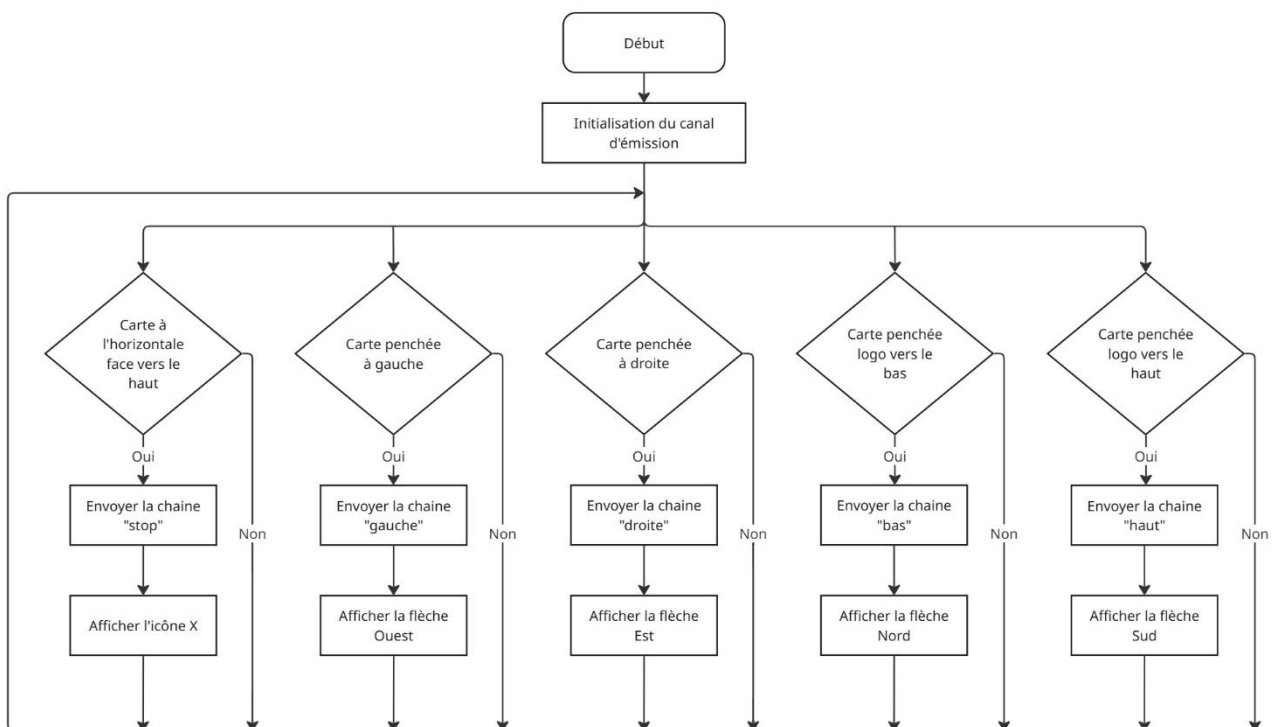
Permet de renseigner une chaîne de caractères

## Variables

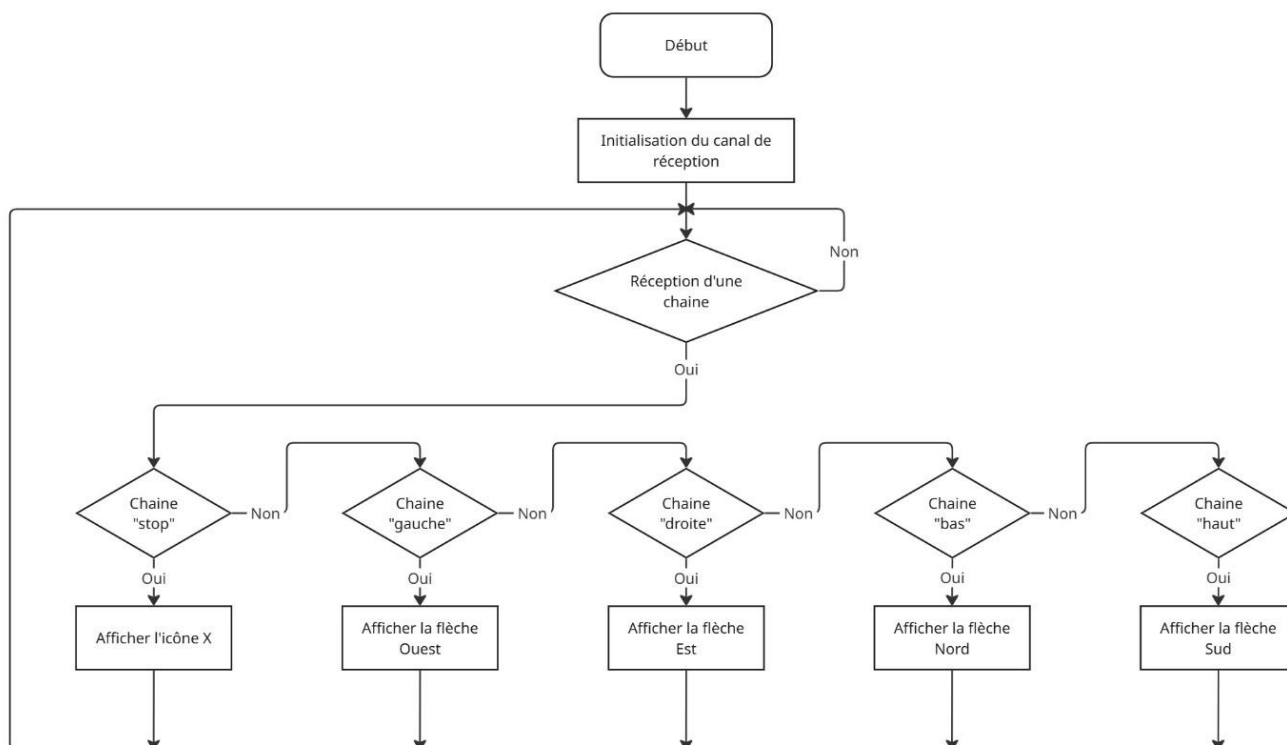
stringData ▼

Variable contenant la chaîne de caractères (utilisable dans une évaluation booléenne)

### Document 2 - Algorithme de la carte « Emettrice »



### Document 3 - Algorithme de la carte « Réceptrice »



### Document 4 – Canaux de communication

Chaque groupe aura un canal dédié pour éviter les conflits de communication.

| Groupe | Canal pour émetteur et récepteur                                      |
|--------|-----------------------------------------------------------------------|
| 1      | [Radio] configurer Canal 1 Puissance 6 Taille des données 32 Groupe 0 |
| 2      | [Radio] configurer Canal 2 Puissance 6 Taille des données 32 Groupe 0 |

### Consignes :

A partir des documents précédents, vous allez programmer les deux cartes.

Pour cela, ouvrir le mode multi en cliquant sur le lien : [Mode Multi](#)

⚠ Nous vous conseillons d'utiliser un navigateur qui accepte la communication avec les cartes micro:bit.

- Dans la partie gauche, vous programmerez la carte « Emettrice ».
- Dans la partie droite, vous programmerez la carte « Réceptrice ».

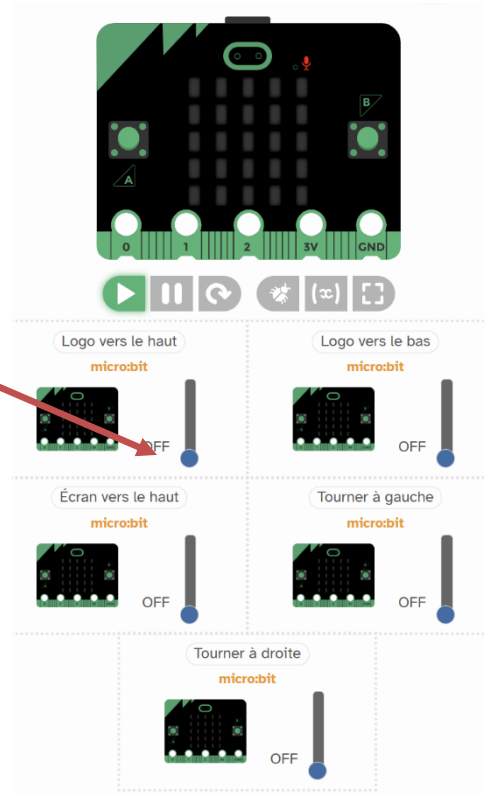
Ensuite, simuler le comportement des deux cartes en **cliquant** sur les deux boutons .

⚠ Un rafraichissement de la page peut être nécessaire.

### Remarque :

Lorsqu'il existe un actionneur (exemples : appuyer sur A, écran vers le bas...), cela sera observable sous la partie de l'écran qui correspond à la simulation.

Vous pouvez interagir avec les actionneurs simulés et observer le comportement.



Si la simulation est concluante, vous pouvez passer au test physique.

- Connecter la carte « émettrice » à l'ordinateur à l'aide du câble USB

- Cliquer sur  dans la partie gauche.

- Sélectionner "BBC micro:bit CMSIS-DAP" puis cliquer sur "se connecter".

- Déconnecter la carte.

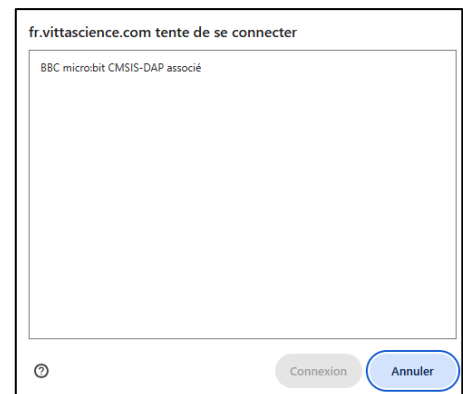
- Connecter la carte « réceptrice » à l'ordinateur à l'aide du câble USB

- Cliquer sur  dans la partie droite.

- Sélectionner "BBC micro:bit CMSIS-DAP" puis cliquer sur "se connecter".

- Alimenter les deux cartes.

- Observer le comportement des deux cartes lorsque vous penchez la carte émettrice.



### Activité 3 – Contrôle du robot à grande distance

Le but de l'activité est de simuler le comportement d'un robot contrôlé à grande distance.  
Il faudra garder un regard critique sur la situation.

#### Consignes :

Ouvrir le mode multi en cliquant sur le lien : [Mode Multi](#)

Dans la partie gauche, il faut ouvrir le fichier "T1A3-Télécommande Mars" :

- Cliquer sur  ou  puis "ouvrir projet"
- Puis taper "T1A3-Télécommande Mars" dans la barre de recherche et dérouler les "projets partagés"

Dans la partie droite, il faut ouvrir le fichier "T1A3-Robot Commandé" :

- Cliquer sur  ou  puis "ouvrir projet"
- Puis taper "T1A3-Robot Commandé" dans la barre de recherche et dérouler les "projets partagés"

Ensuite, simuler le comportement des deux cartes en **cliquant** sur les deux boutons .

#### Questions : (répondre dans le livret élève)

1. Quelle difficulté rencontrez-vous lors de la simulation ?
2. Pourquoi a-t-on ajouté un délai de 3s avant l'envoi de chaque commande ?
3. Cette durée vous semble-t-elle cohérente avec la situation de contrôle d'un robot sur Mars à partir de la Terre ?

Vérifiez votre hypothèse par le calcul.

#### Application : (répondre dans le livret élève)

La distance entre Mars et la Terre selon son orbite est de 55,7 à 401 millions de kilomètres.

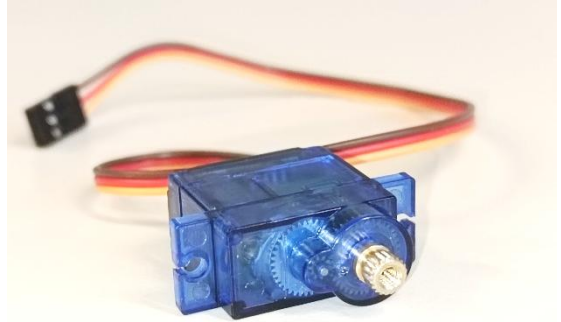
Les ondes radio se déplacent à une vitesse proche de celle de la lumière, qui est de 300 000 kilomètres par seconde dans le vide.

1. Quelle est la durée minimale pour qu'un signal radio émis à la surface de la Terre arrive jusqu'à la surface de Mars ? Exprimer le résultat dans une unité adéquate.
2. Quelle est la durée maximale pour qu'un signal radio émis à la surface de la Terre arrive jusqu'à la surface de Mars ? Exprimer le résultat dans une unité adéquate.

## Activité 4 – Contrôler un servomoteur

Un robot d'exploration peut être équipé de caméras, de pinces ou d'autres détecteurs qui sont placés sur des bras commandés.

Ces bras sont commandés par des servomoteurs.



### Document 1 – Qu'est-ce qu'un servomoteur ?

Un servomoteur est un système motorisé capable d'atteindre des positions prédéterminées extrêmement précises, puis de les maintenir.

Celui que nous utiliserons est un servomoteur à moteur rotatif, la position de celui-ci est déterminée une valeur d'angle en degré comprise entre 0° et 180°.

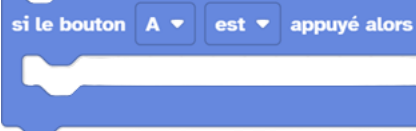
Il permettra d'activer une pince à l'avant de notre robot.

Quelques usages des servomoteurs :

- Barrière automatique
- Automatisation des processus dans les lignes de production
- Modélisme miniature, comme les petits robots ou avions télécommandés
- Instruments médicaux
- Contrôle de vannes
- Positionnement de miroirs ou d'antennes
- Danse avec les robots

### Document 2 – Nouveaux blocs utiles

#### ↔ Entrées/Sorties



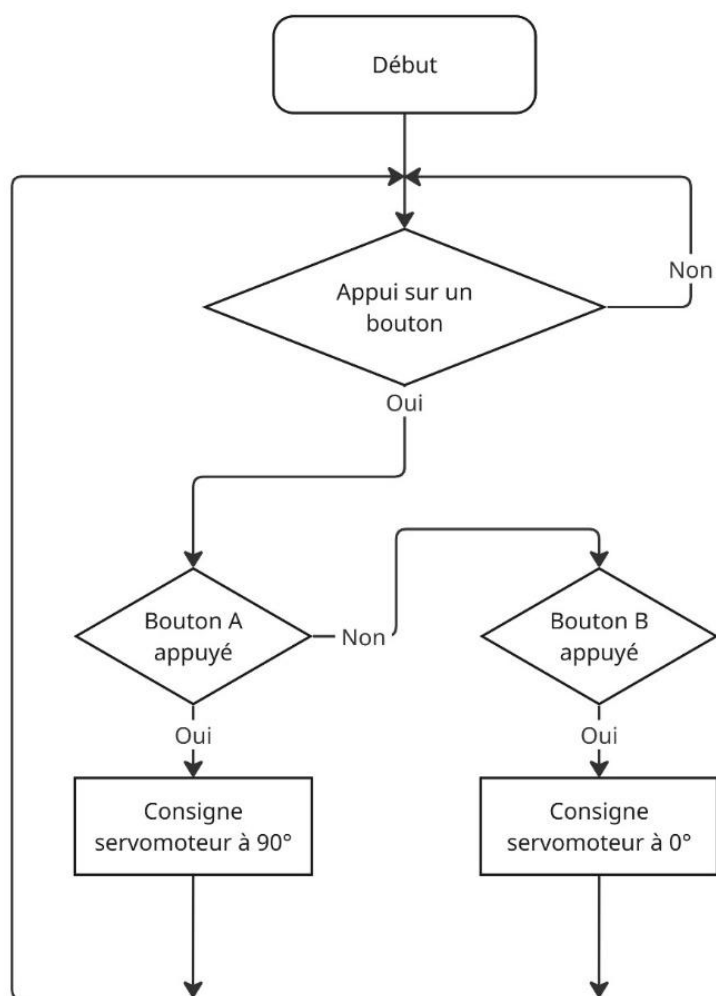
Permet d'effectuer une commande si une action est effectuée sur les boutons de la carte

#### ✚ Actionneurs



Permet d'envoyer la consigne d'angle au servomoteur

### Document 3 – Algorithme de contrôle du servomoteur



#### Consignes :

A partir des documents précédents, vous allez programmer la carte qui sera associée à un servomoteur.

Pour cela, ouvrir la page de programmation de Vittascience en cliquant sur le lien : [Programmer](#).

Puis cliquer sur **BBC micro:bit**.



Programmer votre carte et vérifier son comportement grâce à la simulation



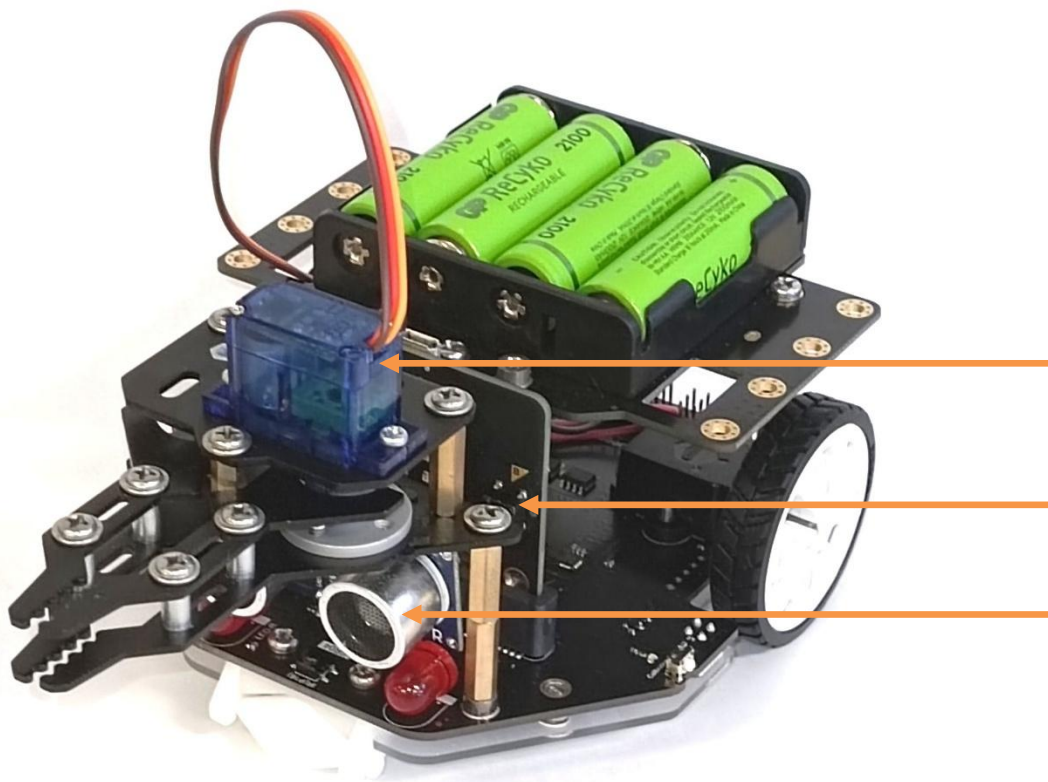
## Conclusion

### Consignes : (répondre dans le livret élève)

A partir des notions abordées dans les activités 1 à 4, quelles difficultés pourrait-on rencontrer à la réalisation d'une telle mission ?

Annoter la présentation suivante et reconnaître les capteurs et actionneurs ajoutés sur le robot Maqueen Plus V2 ([aide](#)).

### Présentation du robot utilisé au Campus Numeria (Futuroscope)





## Deuxième temps du parcours – Activités au Campus Numeria

### Activité 1 – Pilotage à grande distance

Lors du premier temps du parcours vous avez simulé une télétransmission de commandes de déplacement à grande distance.

Vous allez tester en réalité cette situation pour mieux appréhender les difficultés.

#### Consignes :

Ouvrir le mode multi en cliquant sur le lien : [Mode Multi](#)

Dans la partie gauche, il faut ouvrir le fichier “T1A3-Télécommande Mars” :



- Cliquer sur  ou  puis “ouvrir projet”
- Puis taper “T1A3-Télécommande Mars” dans la barre de recherche et dérouler les “projets partagés”

Dans la partie droite, il faut ouvrir le fichier “T1A3-Robot Commandé” :

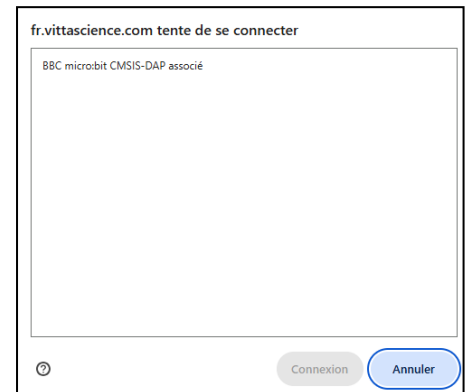


- Cliquer sur  ou  puis “ouvrir projet”
- Puis taper “T1A3-Robot Commandé” dans la barre de recherche et dérouler les “projets partagés”
- Modifier le canal de communication sur les deux programmes (celui-ci correspond au numéro indiqué sous le robot)

- Connecter la carte « télécommande » à l’ordinateur à l’aide du câble USB



- Cliquer sur  dans la partie gauche.
- Sélectionner “BBC micro:bit CMSIS-DAP” puis cliquer sur “se connecter”.
- Déconnecter la carte et l’alimenter.



- Connecter la carte « robot » à l’ordinateur à l’aide du câble USB



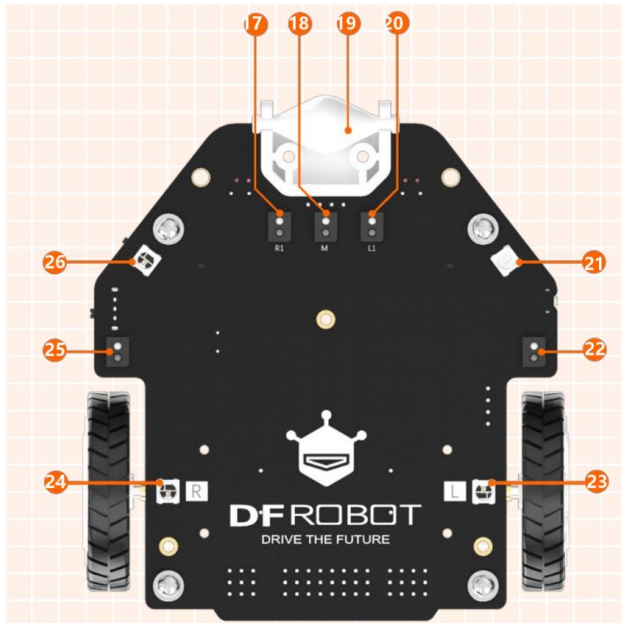
- Cliquer sur  dans la partie droite.
- Sélectionner “BBC micro:bit CMSIS-DAP” puis cliquer sur “se connecter”.
- Déconnecter la carte et l’insérer dans le robot.
- Alimenter le robot.
- Déplacer les robots dans l’arène pour former un carré.

## Activité 2 - Pilotage automatique par suiveur de ligne

Pour répondre aux difficultés rencontrées, nous allons utiliser un système de guidage autonome pour suivre un parcours défini à l'avance.

Sur Mars cela pourrait se faire par signaux radio.

### Document 1 – Présentation du dispositif de suivi de ligne



- 17 – Capteur de ligne « droit » R1
- 18 – Capteur de ligne « milieu » M
- 19 – Roue d'appui
- 20 – Capteur de ligne « gauche » L1
- 21 – LED RGB 0
- 22 – Capteur de ligne « arrière gauche »
- 23 – LED RGB 1
- 24 – LED RGB 2
- 25 – Capteur de ligne « arrière droit »
- 26 – LED RGB 3

### Document 2 – Blocs spécifiques

**Robots** **MaqueenPlus**

**[MaqueenPlus v2] état du capteur de ligne** **arrière gauche**

Cette commande renvoie une valeur 0 si la ligne n'est pas détectée, et la valeur 1 si la ligne est détectée sur le capteur précisé

**[MaqueenPlus v2]** **] contrôler le robot** **avancer** **vitesse** **125**

Commande qui impose au robot d'avancer à une vitesse donnée

**[MaqueenPlus v2]** **] pivoter** **vitesse** **125**

Commande qui fait pivoter à droite ou à gauche le robot à une vitesse donnée

**[MaqueenPlus v2]** **] arrêter le moteur** **droit**

Commande qui impose au robot d'arrêter son moteur droite ou gauche, ou les deux moteurs

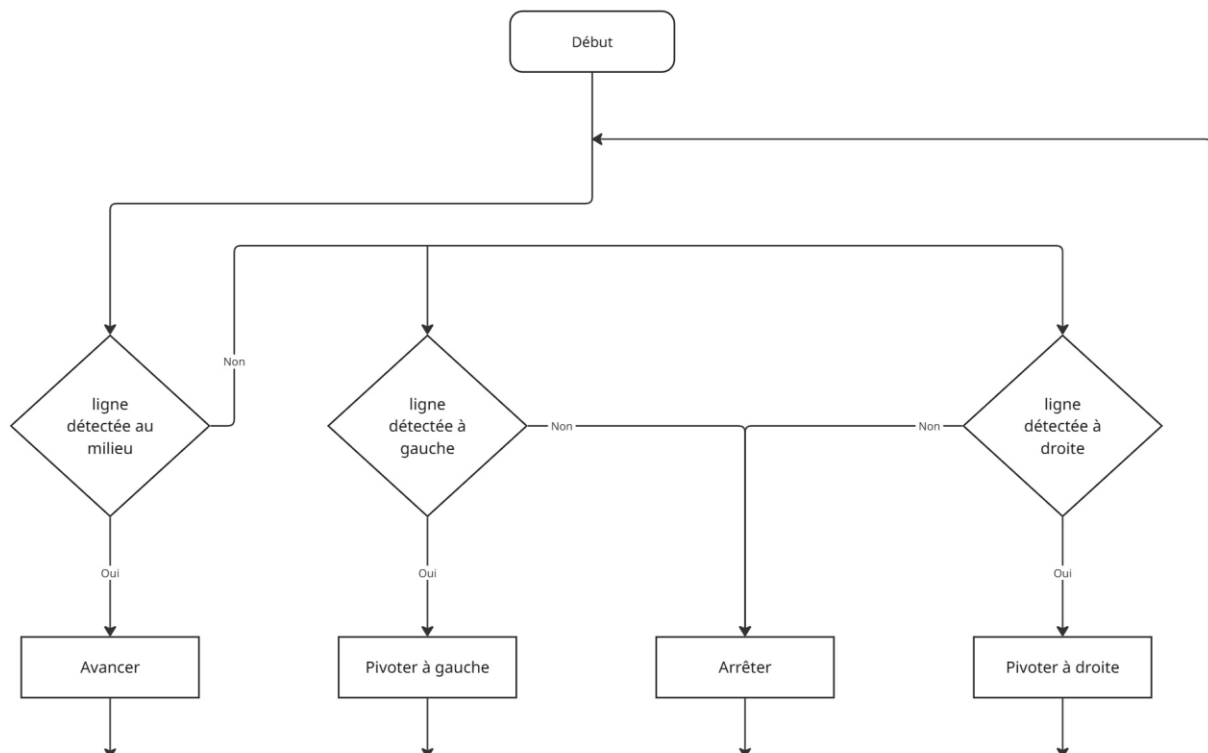


Permet d'effectuer la vérification de deux égalités (ou inégalités) en même temps



Permet de vérifier qu'une égalité n'est pas vraie

### Document 3 - Algorithme



### Consignes :

A partir des documents précédents, vous allez programmer la carte qui sera associée au robot pour que celui-ci se déplace automatiquement sur la ligne noire de la piste.

Pour cela, ouvrir la page de programmation de Vittascience en cliquant sur le lien : [Programmer](#).

Puis cliquer sur **BBC micro:bit**.

Vous pouvez faire autant d'essais que nécessaire pour vérifier votre programme et régler la vitesse.

### Remarques :

- Un bouton nommé « Calibration Key » sur le dessus du robot peut être utilisé pour définir la couleur de la ligne.
- Seuls les capteurs de ligne à l'avant seront utilisés.
- Une vitesse trop importante rend le comportement moins réactif.

## Activité 3 – Fonctions

### Mission 1 : Tri manuel

Lors de l'exploration, un intérêt particulier est porté sur la constitution de la matière (présence d'eau, roche calcaire...).

Nous allons coder une carte pour comprendre le fonctionnement de base.

Deux types d'objets existent :

- Ceux qui ont un intérêt (qui contiennent un aimant) ;
- Ceux qui ne suscitent aucun intérêt (qui ne contiennent pas d'aimant).

### Document 1 – Blocs spécifiques

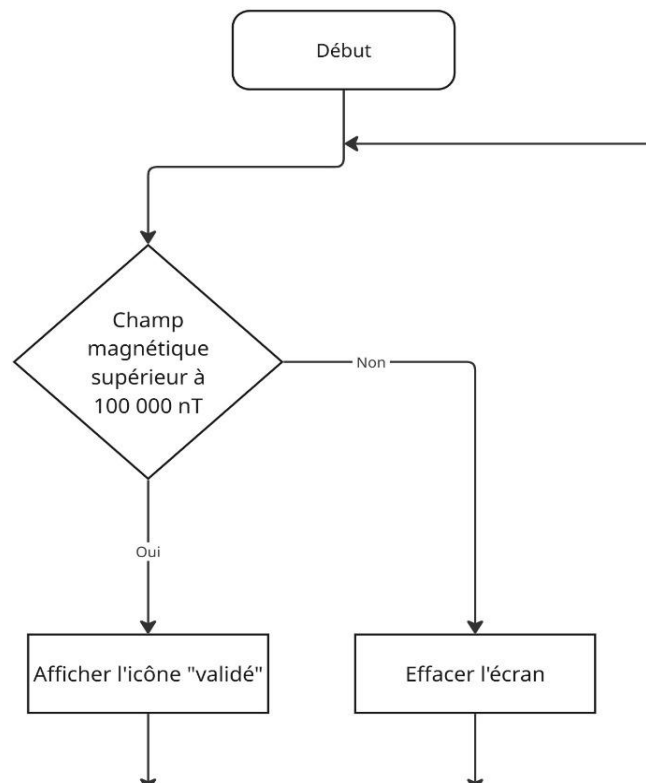
 **Affichage**

  
Permet d'effacer l'écran

 **Capteurs**

**force du champ magnétique** strength ▼ (nT)  
Renvoie la valeur de l'intensité du champ magnétique en nanoTesla  
(champ créé par un aimant, son intensité dépend de la distance)

### Document 2 – Algorithme



### Consignes :

Il faut coder une carte micro:bit pour pouvoir trier manuellement des objets qui contiennent un aimant (qui produisent un champ magnétique) et ceux qui n'en contiennent pas.

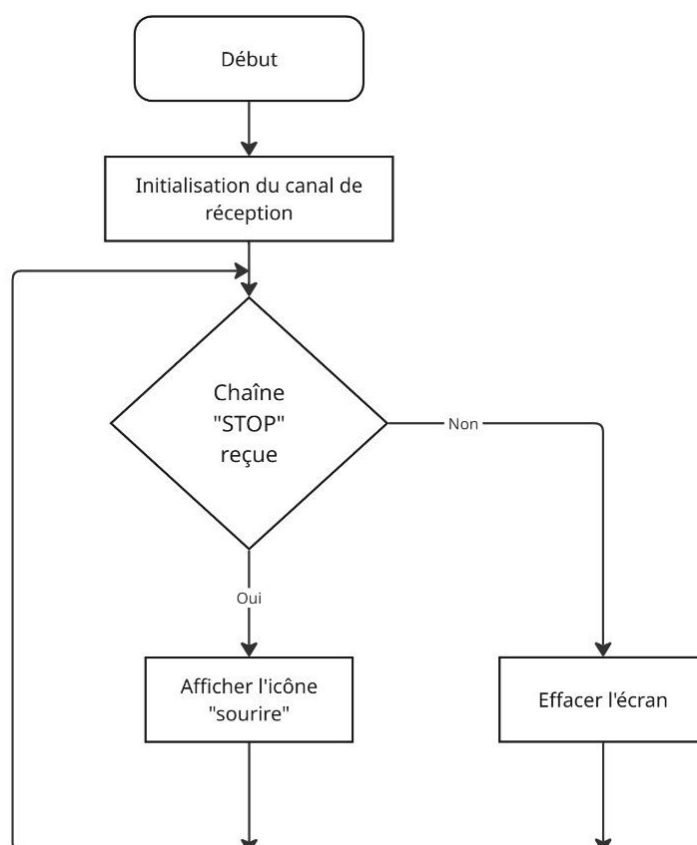
Pour cela :

- Programmer une carte micro:bit à l'aide de l'interface de Vittascience.
- Téléverser votre programme.
- Alimenter votre carte avec l'alimentation dédiée.
- Procéder au test.

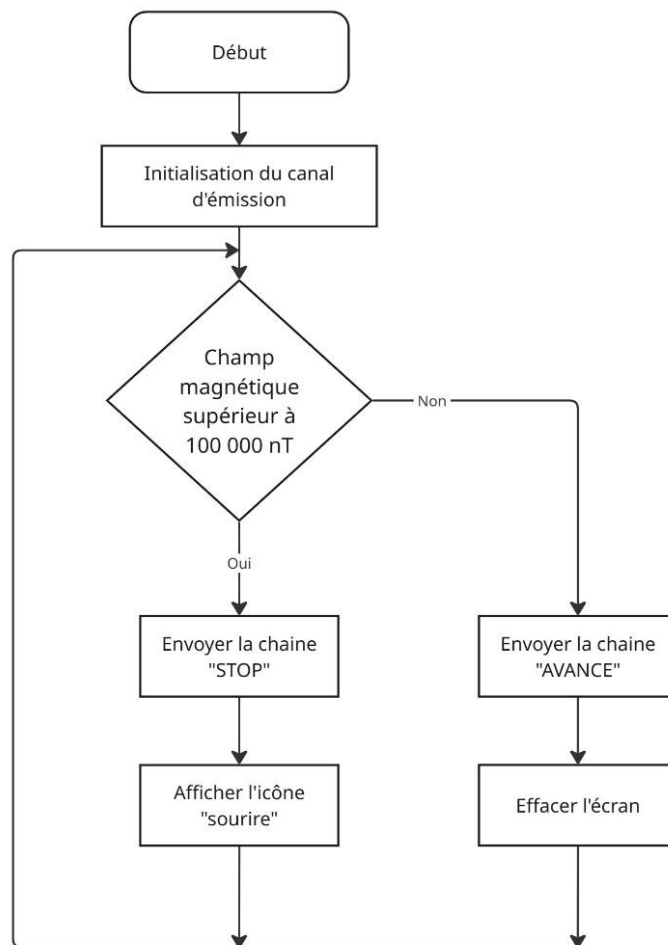
### **Mission 2 : Préparation du bagage pour le retour**

Lorsque le robot retourne à la base en transportant un objet contenant un aimant, celui-ci continue son chemin jusqu'à ce que la base le prévienne de sa proximité.

#### Document 1 – Algorithme « robot »



## Document 2 – Algorithme « base »



### Consignes :

Vous devez coder une carte qui fera office de « robot » et une carte qui fera office de « base » selon les documents fournis.

Ouvrir le mode multi en cliquant sur le lien : [Mode Multi](#)

- Dans la partie gauche, programmer la carte qui fera office de robot.
- Dans la partie droite, programme la carte qui fera office de base.
- Téléverser votre programme
- Alimenter vos cartes avec les alimentations dédiées
- Procéder au test en tenant dans une main le « robot » avec un objet contenant un aimant, et dans l'autre la « base »

### Remarque :

Le canal de communication sera celui indiqué sous votre robot.

## Activité 4 – Tout en un

Il est temps d'explorer Mars !

Les différentes parties abordées ont été reprises pour réaliser un programme complexe.

### Consignes :

Ouvrir le mode multi en cliquant sur le lien : [Mode Multi](#)

Dans la partie gauche, il faut ouvrir le fichier "T2A4-Mission Mars" :

- Cliquer sur  ou  puis "ouvrir projet"
- Puis taper "T2A4-Mission Mars" dans la barre de recherche et dérouler les "projets partagés"

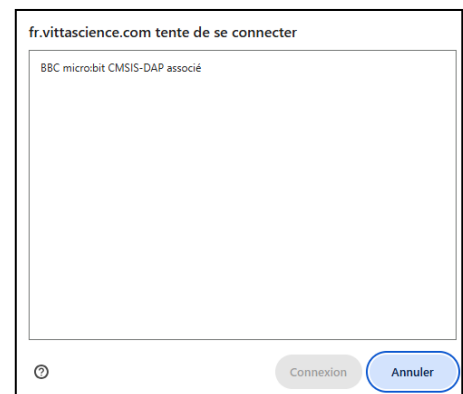
Dans la partie droite, il faut ouvrir le fichier "T2A4-Base Mars" :

- Cliquer sur  ou  puis "ouvrir projet"
- Puis taper "T2A4-Base Mars" dans la barre de recherche et dérouler les "projets partagés"

- Modifier le canal de communication dans les deux programmes (celui-ci correspond au numéro indiqué sous le robot)

- Connecter la carte « robot » à l'ordinateur à l'aide du câble USB

- Cliquer sur  dans la partie gauche.
- Sélectionner "BBC micro:bit CMSIS-DAP" puis cliquer sur "se connecter".
- Déconnecter la carte et l'insérer dans le robot.



- Connecter la carte « base » à l'ordinateur à l'aide du câble USB
- Cliquer sur  dans la partie droite.
- Sélectionner "BBC micro:bit CMSIS-DAP" puis cliquer sur "se connecter".
- Commencer les tests sur le plateau en disposant les différents objets sur le chemin.  
Attention les objets doivent être assez espacés les uns des autres.

Vous pouvez modifier les valeurs des variables dans la section « Au démarrage » pour adapter le comportement du robot.

Vous pouvez prendre des notes sur le livret élève de vos observations :

- Quelles améliorations pourraient être apportées à votre robot ?
- Qu'est-ce qui fonctionne bien ? ne fonctionne pas ?
- Est-ce qu'un système 100% automatisé est envisageable ? ...



## Troisième temps du parcours – Le retour sur Terre

### Retour sur votre expérience

Chaque groupe présente à la classe les résultats obtenus pendant le deuxième temps du parcours.

### A vous de jouer !

Regarder cette [vidéo](#).

A partir de celle-ci vous allez devoir :

- Traduire son comportement en phrases courantes dans le livret élève.
- Faire de même en langage algorithmique dans le livret élève.
- Construire l'algorithme associé dans le livret élève.

### Etude de Sojourner et de l'exploration du sol de Mars

Le robot Sojourner est arrivée le **4 juillet 1997**.



Crédits : NASA/JPL

Durant 95 jours terrestres, ce rover a pu réaliser 16 analyses (roches et sol) et des expérimentations de mécanique des sols (abrasion des roues...).

Mais d'autres robots mobiles ont aussi exploré Mars :

- Spirit (NASA), 4 janvier 2004. Bloqué en 2009, sa mission s'achève en 2010.



Crédits : NASA/JPL/Cornell University

- Opportunity (NASA), 25 janvier 2004. Fin de mission en 2018 pour cause de tempête de poussière.

Ces deux derniers robots sont jumeaux et ont eu une durée de fonctionnement bien supérieure à celle prévue qui devait être de 90 jours. Cela a permis une exploration bien plus vaste du sol.

- Curiosity (NASA), 6 août 2012 et toujours actif.



Crédits : NASA/JPL-Caltech/MSSS

Curiosity n'est plus un simple robot explorateur martien (MER) mais une mini laboratoire alimenté par un générateur nucléaire contrairement aux précédents qui étaient alimentés par panneaux solaires.

- Perseverance (NASA), 18 février 2021 et toujours actif.

Perseverance est un robot similaire à Curiosity. Il effectue sa mission dans une autre région de la surface martienne.

- Zhurong (CNSA), 14 mai 2021, en sommeil depuis mai 2022.



Crédits : Laurent Garcia/Cité de l'espace

Zhurong est le premier rover martien chinois (il est 25 % plus petit que Curiosity). La Chine devient le deuxième pays à réussir un atterrissage martien et à établir une communication. À la suite d'une tempête de poussière pendant son hibernation, celui-ci n'a jamais pu être réveillé.



Crédits : NASA/JPL-Caltech

Des maquettes grandeur nature de trois générations de rovers martiens de la NASA illustrent l'augmentation de leur taille, du rover Sojourner (projet Mars Pathfinder) au centre, aux rovers jumeaux Spirit et Opportunity à gauche, jusqu'au rover Curiosity.

Embarquant des outils de mesure scientifique plus perfectionnés et une alimentation bien supérieure, ces robots peuvent explorer de plus vastes étendues et ainsi collecter des données plus riches.

Pour comparaison, Sojourner n'a parcouru qu'une centaine de mètres, alors que Perseverance avait parcouru plus de 25 km en mars 2024.

### Contrôler un bras

Toute évolution des robots martiens entraîne de nouveaux défis et une précision de plus en plus grande.

Le bras de prélèvement de Perseverance nécessite d'utiliser des servomoteurs.

Si vous le souhaitez, nous proposons un parcours avec un bras analogue totalement contrôlable à distance. Les mouvements que vous programmez depuis votre classe sont envoyés au bras situé au Campus Numeria (Futuroscope). Les images sont retransmises en direct sur votre écran.

### Concours robotique

Si vous avez apprécié ce parcours et que vous désirez aller plus loin, il existe des concours robotiques accessibles à tous. Pourquoi ne pas participer à l'un d'entre eux avec votre propre robot ?